

METHOD FOR SCHEDULING MULTIPLE DATA FLOWS, SOFTWARE THEREFOR, CDMA SYSTEM, BASE TRANSCEIVER STATION AND MOBILE STATION

Publication number: JP2003008635 (A)

Publication date: 2003-01-10

Inventor(s): GRUHL STEFAN; MUECKENHEIM JENS

Applicant(s): LUCENT TECHNOLOGIES INC

Classification:

- international: H04L1/18; H04L12/56; H04W72/12; H04W28/24; H04W72/10; H04W80/00; H04W84/04; H04L1/16; H04L12/56; H04W72/00; H04W28/16; H04W80/00; H04W84/02; (IPC1-7): H04L12/56; H04Q7/38

- European: H04W72/12; H04L1/18D; H04L12/56B; H04Q7/38C8

Application number: JP20020099962 20020402

Priority number(s): EP20010303126 20010402

Also published as:

US2002181436 (A1)

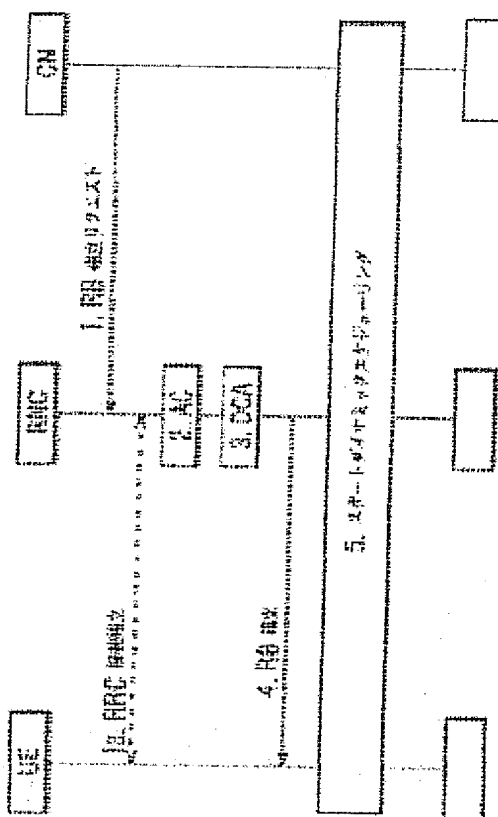
US7145895 (B2)

KR20020077817 (A)

CA2376962 (A1)

Abstract of JP 2003008635 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an improved method for packet transmission scheduling, especially on uplink channels. **SOLUTION:** Service quality scheduling of multiple data flows in a CDMA system is proposed, in which a priority order of protocol data units(PDU) of multiple data flows with regard to predefined flow quality of service requirements is determined, serving of the protocol data units(PDU) is performed by dynamically determining transport blocks(TB) to be transmitted by a physical layer (PHY-layer) with regard to the defined priority order and in dependence of allocated radio resource constraints, by assigning to each transport block(TB) a respective associated transport format(TF), and by creating transport block sets(TBS) with the determined transport blocks(TB) to be transmitted by the physical layer(PHY-layer) by using the respective associated transport format(TF) as assigned.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-8635

(P2003-8635A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト ⁺ (参考)
H 0 4 L 12/56	2 0 0	H 0 4 L 12/56	2 0 0 C 5 K 0 3 0
H 0 4 Q 7/38		H 0 4 B 7/26	1 0 9 M 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-99962(P2002-99962)

(22) 出願日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

(31) 優先権主張番号 0 1 3 0 3 1 2 6 . 5

(32) 優先日 平成13年4月2日 (2001.4.2)

(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (E P)

(71) 出願人 59607/259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッド

Lucent Technologies
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(74) 代理人 100081053

弁理士 三俣 弘文 (外1名)

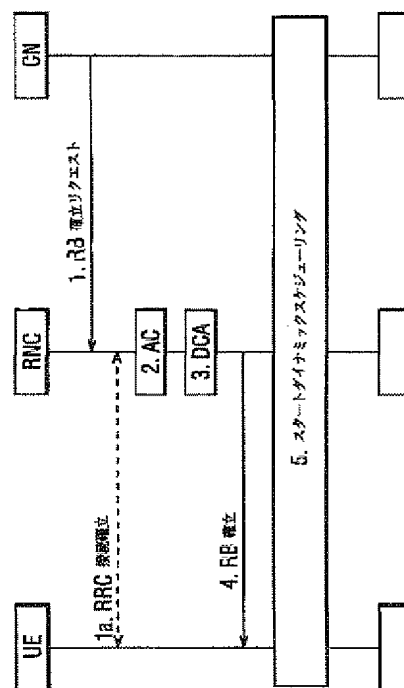
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数のデータフローをスケジューリングする方法およびそのためのソフトウェアおよびCDMAシステムおよびベーストランシーバステーションおよび移動体局

(57) 【要約】

【課題】 特にアップリンクチャネルにおけるパケット送信スケジューリングの改良された方法を提供する。

【解決手段】 CDMAシステムにおいて複数のデータフローのサービス品質スケジューリングを提案する。所定のフローのサービス品質要求条件に関して、複数のデータフローのプロトコルデータユニット (PDU) の優先順位が決定される。PDUの提供は、それぞれ関連するトランスポートフォーマット (TF) を各トランスポートブロック (TB) に割当て、割り当てられたそれぞれの関連するトランスポートフォーマット (TF) を使用することにより、物理レイヤ (PHYレイヤ) により送信されるべき決定されたトランスポートブロック (TB) を有するトランスポートブロックセット (TBS) を生成することにより、定義された優先順位に関して、かつ割り当てられた無線資源制限に依存して、物理レイヤにより送信されるべきトランスポートブロック (TB) をダイナミックに決定することにより実行される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コアネットワーク(CN)と少なくとも1つのユーザ装置(UE)との間のデータの転送のために、CDMAシステム、特に移動体通信システム中で、サービス品質調節のために、複数のデータフローをスケジューリングする方法において、プロトコルデータユニット(PDU)を含む各データフローのサービス品質要求条件を受信するステップと、通信チャネル上でのデータ送信のために供されるプロトコルデータユニット(PDU)の優先順位を決定するステップと、定義された優先順位に関して、かつ割り当てられた無線資源制限に依存して、物理レイヤ(PHYレイヤ)により送信されるべきトランスポートブロック(TB)をダイナミックに決定することにより、プロトコルデータユニット(PDU)を供するステップと、各トランスポートブロック(TB)に、それぞれ関連するトランスポートフォーマット(TF)を割当てするステップと、割り当てられたそれぞれ関連するトランスポートフォーマット(TF)を使用することにより、物理レイヤ(PHYレイヤ)により送信されるべき決定されたトランスポートブロック(TB)を有するトランスポートブロックセット(TBS)を生成するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項2】 各々異なるプロトコルレイヤ上で動作する2つのスケジューラをリンクするステップを有し、送信されるべきリクエストされたデータフローの各プロトコルデータユニット(PDU)は、予め定義可能な関連するサービス品質要求条件に関する上位レイヤにおけるスケジューラ(PDUスケジューラ)により、下位レイヤのスケジューラ(MACスケジューラ)により供されるべき優先順位リストにスケジュールされ、媒体アクセス制御は、下位レイヤのスケジューラ(MACスケジューラ)により実行され、これにより、優先順位リスト中のプロトコルデータユニット(PDU)においてダイナミックに動作させることにより、データ送信のシステム効率を最適化することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記決定するステップは、第1の中央に配置されたスケジューラ(PDUスケジューラ)により実行され、前記供するステップおよび割当てするステップは、第2の中央に配置されたスケジューラ(MACスケジューラ)により実行され、前記第1のスケジューラ(PDUスケジューラ)の状態によりドライブされ、前記割り当てられたトランスポートフォーマットは、送信されるべき関連するプロトコルデータユニット(PDU)を記憶するそれぞれのユーザ装置(UE、MS)へシグナルされ、

前記生成するステップは、前記ユーザ装置(UE、MS)により含まれる第3のスケジューラにより実行されることを特徴とする請求項1または2記載の方法。

【請求項4】 第2のスケジューラ(MACスケジューラ)により供されるべき仮想プロトコルデータユニット(PDU)を生成するステップを有し、データフロー伝送のためのリクエストがユーザ装置(UE、MS)から前記第1のスケジューラ(PDUスケジューラ)にシグナルされ、転送されるべきプロトコルデータユニット(PDU)の優先順位が、必要とされるデータレートおよびそれぞれのプロトコルデータユニット(PDU)の推定された長さに基づいて決定されることを特徴とする請求項2または3記載の方法。

【請求項5】 前記プロトコルデータユニット(PDU)を供するステップが、スケジューリングインターバル中で周期的に実行され、帯域幅、タイミングおよび/または電力制限に依存することを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】 ユーザ装置に必要とされる送信電力を調節するステップを有することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の方法。

【請求項7】 CDMAシステム、特に移動体通信システムにおいて、所定のフローのサービス品質要求条件に関して、複数のデータフローのプロトコルデータユニット(PDU)の優先順位を提供する手段と、割り当てられた無線資源制限に依存して、順序づけられたプロトコルデータユニット(PDU)をダイナミックにスケジューリングする手段と、それぞれ関連づけられたトランスポートフォーマットを、スケジュールされたプロトコルデータユニット(PDU)に割当てする手段と、ダイナミックにスケジューリングした結果および割り当てられたそれぞれ関連するトランスポートフォーマットを使用することにより、トランスポートブロックセットを生成するための手段に、トランスポートフォーマットをシグナリングする手段とを有することを特徴とするシステム。

【請求項8】 請求項7のシステムにおいて使用するためのトランシーバユニットにより特徴づけられるベーストランシーバステーション。

【請求項9】 請求項7のシステムにおいて使用するためのトランシーバユニットにより特徴づけられる移動体局。

【請求項10】 特に、請求項7のシステムにおいて、請求項1ないし6のいずれかの方法を実行するためのソフトウェア。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パケット送信スケ

ジューリング方法およびパケット送信スケジューリングシステムに係り、特に、UMTSパケット送信スケジューリング方法およびUMTSパケット送信スケジューリング機能を有するシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】特に、本発明は、UMTS (Universal Mobile Telecommunication Systems) におけるユーザ装置 (UE) とも呼ばれる少なくとも1つの移動体局とローカルベーストランシーバステーション (BTS) のようないわゆるコアネットワーク (CN) のノードBとの間のデータの転送のため、即ち移動体局とベーストランシーバステーションとの間のUMTS USCH (Uplink shared Channel) のためのデータフローの効率的なスケジューリングの問題を解決する。

【0003】パケットスイッチングネットワークにおいて、多重化のタスクは、パケットのオーダリングのタスクを本質的に減少させ、それらをシェアードリンク上でシリアルに送る。このシリアル化のプロセスは、スケジューリングと呼ばれる。パケットスイッチングの利点は、多重化利得 (multiplexing gain) に基づき、いくつかのデータフローが、他の一時的に非アクティブなデータフローからの不使用資源から利益を受ける。回線交換サービスに比較してこのサービスの不利な点は、そのようなシステムにおける予測可能性 (predictability) がないことである。

【0004】重要なことに、システムビヘイビアの予測可能性は、1つの品質の重要な尺度である。いくつかのサービス、例えば、インターネット通信またはファクシミリ送信サービスは、例えば純粋なスピーチデータ伝送のような他のものよりも強力なサービス品質、即ち“QoS”の保証を必要とする。サービス品質 (QoS) スケジューリングは、それぞれのデータフロー要求条件に従って、各フローに対する受けるサービスの量およびタイミングをバランスすることを試みる。

【0005】ダウンリンクデータ送信において、無線アクセスネットワークは、どれだけ、いつ、および誰に対して、パケット送信がなされたかまたは所定時間インターバル内になされなければならないかについての完全な知識を有し、明示的なシグナリング送信なしに、中央制御手法が使用される。しかし、アップリンクデータ送信に対して、無線アクセスネットワークは、そのような完全な知識を有しない。

【0006】例えば、複数のユーザ装置 (UE) 間の送信トラフィック量および同期化についての知識がないために、無線ネットワークコントローラ (RNC) がアップリンクトラフィックをスケジュールすることを可能にするために、UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) のUMTS無線アクセスネットワーク (UTRAN) のようなノードBとUEとの間の何らかのシグナリングに対する必要性がある。これに基づき、

いくつかの伝統的なアップリンク送信スキームは、例えば3GPP UMTS標準によるランダムアクセススキームを使用する。しかし、ダウンリンクデータ送信のための中央制御ユニットに類似するアップリンクデータ送信のための制御ユニットを使用することが望ましい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、特にアップリンクチャネルにおけるパケット送信スケジューリングの改良された方法、および改良されたパケット送信スケジューリングシステム、およびUMTSシステムに対して使用されるように特に適合された改良された方法およびシステムを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、それぞれ請求項1, 7, 8, 9および10の特徴を含む方法、システム、基地局および移動体局、およびソフトウェアにより特徴づけられる。

【0009】したがって、本発明は、それぞれ割り当てられたトランスポートフォーマットを使用することにより物理レイヤにより送信されるべき決定されたトランスポートブロックに対してトランスポートブロックセットを使用して、割り当てられた無線資源制限に依存してプロトコルデータユニットをダイナミックにスケジューリングすることにより符号分割多元接続システムにおいて複数のデータフローを取り扱うためのQoSスケジューリングを提案しかつ使用する。これは、少なくとも2つのディメンジョンにおいて、即ちそれぞれのセルおよびその隣接するセルに関して、無線資源の使用の最適化が可能となるので、レート維持スケジューリング (rate conserving scheduling) により必要とされるデータレートを保証することになる。

【0010】本発明のQoSスケジューリングは、好ましくは、アップリンクチャネルにおけるデータフローを取り扱うことに適しており、主に、専用チャネルまたは共用チャネルにおける異なるユーザに対する複数のデータフローのスケジューリングに適用されるが、ダウンリンク方向にも適用される。

【0011】好ましい実施形態によれば、本発明は、共に新規なやり方でリンクされた2つのスケジューラによる。第1のスケジューラは、所定の程度の予測可能なビヘイビアを提供し、第2のスケジューラは、媒体アクセス制御 (MACアクセス) を提供し、帯域幅維持セグメント化 (bandwidth conserving segmentation) および割り当てストラテジーを可能にする。好ましくは、これらの2つのスケジューラは、コアネットワーク中の中央に配置され、各々の関連するユーザ装置は、第2のスケジューラの決定を実行する更なるスケジューラを含む。

【0012】2つの中央スケジューラは、PDUスケジューラおよびMACスケジューラと呼ばれる。このスケジューリング法の基礎については、欧州特許出願003

10344. 7, "Method of linking two schedulers of a multiplayer network and a network comprising a transceiver having linking functionality for two schedulers"を参照のこと。特に、UMTSダウンリンクに対する第1の適合化が、欧州特許出願00310343. 9, "Method and System for UMTS Packet Transmission Scheduling on Shared Downlink Channels"に提案されている。

【0013】本発明は、特にUMTS移動体通信システムアップリンク方向に適合されるさらに改良されたスケジューリング法を提案するので、基本的スケジューリング法の改良された適合化を使用するダウンリンクに対するコンプリメント (complement) として見られうる。結果として、両方の欧州特許出願00310344. 7および00310343. 9の内容は、本発明の開示の中に完全に含まれることになる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明のよりよい理解のため、および特に、本発明の方法および装置の改良された性能を確かにするために、所定の要求条件が満たされなければならない、多くの假定が事前になされる。

【0015】全体的アップリンク資源のうちの所定量 $\alpha_{\text{scheduler}}$ が、無線資源管理ユニット (RRM) によりスケジューラ無線ベアラに割り当てられる。このスケジューラは、無線資源管理ユニット (RRM) を求めることなしに、 $\alpha_{\text{scheduler}}$ を自律的に使用することに適している。自動反復リクエスト (ARQ) が与えられる場合、再送信の数は、通常のトラフィックよりも大幅に小さいと假定される。

【0016】所定の割り当てられた品質要求条件を有する全ての送信が、1つのデータフロー中に埋め込まれる。したがって、1つのデータフローは、それに対してユーザが所定のサービス品質 (QoS) 要求条件を有するネットワークにおける同じ送信元から同じ送信先へのデータパケットのシーケンスとして定義される。

【0017】各無線ベアラは、単一のデータフローに関連する。複数の無線ベアラが、単一のユーザに対して確立されうるので、複数のデータフローは、単一のユーザに関連して同時に存在しうる。以下の説明において、全てのデータフローが、別個に取り扱われる。この説明を通して、データフローの元素は、プロトコルデータユニット (PDU) として定義される。

【0018】これらのPDUは、典型的には、UMTSの観点からのレイヤ3元素であるが、本発明は、これに必ずしも限定されない。プロトコルデータユニット (PDU) は、UMTS 3GPP標準において特定されるようにそれら自体のヘッダを受信するトランスポートブロック (TB) にセグメント化される。この動作は、レイヤ2に関連づけられる。典型的には、必ずしもそうでないが、トランスポートブロックは固定サイズを

有する。任意の数のトランスポートブロックが、一緒にされて、1つのトランスポートブロックセット (TBS) になりうる。典型的には、必ずしもそうでないが、1つのプロトコルデータユニット (PDU) のトランスポートブロックのみが一緒にされる。

【0019】1つのTBSは、媒体アクセス制御レイヤにより、スケジューリングインターバル (典型的には、10ms) において、フローごとの物理レイヤ (PHY レイヤ) にスケジュールされる。スケジューラにより制御されるアップリンクチャネルに対して、假定されるソフトハンドオーバー (HO) が存在しない。したがって、スケジューラは、それ自体のセルのユーザ装置 (UE) に当てられたデータフローを取り扱うのみである。いかなるモビリティ関連手順、例えばハードハンドオーバーも、無線資源管理システム (RRM) により独立に取り扱われる。

【0020】データフローのビット誤り率 (BER) は、関連する無線ベアラのスタティックなQoS要求条件である。遅延制限に依存して、フォワード誤り訂正 (FEC)、即ち受信信号エネルギー対雑音比 E_b/N_0 と自動反復リクエスト (ARC) 法、即ち許容される再送信の数との間のトレードオフがある。必要とされるビット誤り率が、コアネットワークまたは無線アクセスネットワークから常に受信されることが假定されている。

【0021】帯域幅を最適化するために、可能な場合、遅延に対するトレードオフとしてデータフローパディング (padding) が最小化される。これは、フローのQoS制限および最新のフローステータスにより示される。遅延を最適化するために、PDUスケジューラにより、好ましくは一度に、プロトコルデータユニット (PDU) 全体が取られる。

【0022】アップリンクチャネルは、好ましくは、時間同期化され、即ち、それらが同じ時点において受信されるように全てのデータフローがその送信をスタートする。これにより、第1の送信がスタートする前に、より高いレイヤによりUEにシグナルされることになるタイミングアドバンスが使用されうる。移動するUEに対して、タイミングアドバンスは、定期的に更新されなければならない。一般に、不連続送信 (DTX) は、アップリンクチャネルにおいて使用されない。

【0023】スケジュールされたアップリンクチャネルにおける異なるデータフローに対する物理的多重化 (PHY MuX) が存在しない。その結果として、これらのトランスポートチャネルにおけるトランスポートフォーマットコンビネーションセット (TFCS) は、1つのデータフローに対するトランスポートフォーマットセット (TFS) のみからなる。トランスポートフォーマットセットは、それぞれのデータフローのデータレートRBに関連づけられている。トランスポートフォーマット

トセットは、そのデータレートをサポートするために使用される符号分割多元接続 (CDMA) 伝送システムの拡散係数SFに直接的に関連する。

【0024】1つのスケジューリングインターバルにおけるトランスポートブロックサイズは、各プロトコルデータユニット (PDU) に対して一定のままである。結果として、トランスポートブロックの数のみが、媒体アクセス制御 (MAC) スケジューリングのために考えられる必要がある。以下、本発明による無線資源割り当て (RRA) が説明される。

【0025】アップリンクチャネルに対するRRAについての基礎

その性質により、かつ符号分割多元接続 (CDMA) 法を使用することに鑑みて、UMTS移動体通信システムにおける主な資源は、送信電力であり、これは所定のユーザに対して使われなければならない。データフロー#Iの送信電力 $P_{t, r, i}$ は、次式で表される。

【数1】

$$P_{t, r, i} \approx \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_i \cdot \frac{R_{B, i}}{W} \cdot \frac{I_0}{h_i} = K \cdot R_{B, i} \cdot C_i \quad (1)$$

$$K = \frac{E_b}{N_0} \cdot \frac{I_0}{W} \quad (2)$$

【0027】チップレートWは、通常、使用されるそれぞれのネットワークにより常に知られている。しかし、信号対雑音比 E_b/N_0 および干渉妨害 I_0 は、好ましくは、ノードBにおいて周期的に測定され、スケジュー

$$C_i = \frac{1}{h_i} \quad (3)$$

【0028】 C_i 値は、スケジューリングアルゴリズムの必須部分であり、UEとノードBとの間の距離に依存する。UEが、ノードBに近く配置される場合、 C_i 値は、ほぼ1である。しかし、UEがノードBから離れている場合、 C_i は、1より遙かに大きい値に増大する。

【0029】好ましくは、 C_i 値の計算は、以下の3つの方法のうちの1つを使用することにより行われる。

— 式3により、 C_i 値は、アップリンク経路損失から直接的に得ることができる。しかし、この場合において、UEは、時々、推定された経路損失をレポートしなければならない。

— ダウンリンクチャネルが存在する場合、ダウンリンク経路損失が使用されうる。ノードBにおいて測定されうる関連するダウンリンク送信電力を使用することにより、ダウンリンク経路損失が得られうる。しかし、 C_i 値を得るために、式1に類似する追加的な式が評価されなければならない。

— ロケーションサービスがネットワークによりサポートされるとき、経路損失は、セル中のUE位置の知識か

ここで、 $(E_b/N_0)_i$ は、データフロー#iに対する受信信号エネルギー対雑音比 (E_b/N_0) を指す。 $R_{B, i}$ は、データフロー#iにより使用される現在のデータレートを指す。Wは、チップレートであり、その時点におけるチップレートは、UMTSに対して、 $W = 3.84 \text{ Mchip/s}$ として定義される。 I_0 は、ユーザ装置 (UE) が配置されるセルのノードBにおける干渉妨害であり、セル間干渉妨害および熱雑音を含みうる。 h_i は、ユーザ装置 (UE) と $H_i \leq 1$ のノードBとの間の経路損失 (path-loss) である。

【0026】しかし、CDMAシステムにおける資源は、通常のスケジューリング法または従来技術によるスケジューラにより取り扱われるデータレートの上に依存するばかりでなく、経路損失および干渉妨害のようないくつかの他のパラメータに依存する係数KおよびCにも依存する。式1から、係数Kは次式で与えられる。

【数2】

リングメカニズムが位置する無線ネットワーク制御ユニット (RNC) にレポートされる。式1により、 C_i 値は、経路損失 h_i の逆数であり、即ち次式で表される。

【数3】

らも得られうる。

【0030】また、アップリンクスケジュールに対する2つの主要な制限が存在する。第1の制限は、それぞれ自体のセルの干渉妨害を所定制限内に保持するためのターゲットに基づく。受信信号電力 $P_{r, c, i} = P_{t, r, i} \cdot h_i$ および式1を使用して、第1の制限は、次式から得られうる。

【数4】

$$\sum_{\text{reactive}} P_{r, c, i} = K \cdot \sum_{\text{reactive}} R_{B, i} \leq P_{\text{max}} (\text{intra}) \quad (4)$$

【0031】それぞれ自体のセルから隣接するセルに向かう送信のインパクトを所定制限内に保持するためのターゲットに基づく。したがって、この制限は、次式で得られうる。

【数5】

$$\sum_{\text{reactive}} P_{B, i} = K \cdot \sum_{\text{reactive}} R_{B, i} \cdot C_i \leq P_{\text{max}} (\text{inter}) \quad (5)$$

結果として、これら2つの主要な制限に基づいて、アップリンクにおいて、ダウンリンク最適化に比べて、一次元

のみでなく、二次元においても最適化問題が存在する。

【0032】また、制限されたキャパシティ、例えば単一のチャネル送信ユニットのために、単一のUEの送信

$$P_{t, r, i} = K \cdot R_{B, i} \cdot C_i \leq P_{max}(UE), \forall i \in active \quad (6)$$

【0033】改良されたRRAのタスクおよび機能

図1は、新しい無線ベアラRBがスケジューリング機能に追加されるとき、コアネットワークCN、無線ネットワークコントローラRNCおよびユーザ装置UE間のメッセージフローを示す。

【0034】これは、例示的なUMTS移動体通信システムの必須部分であるが、ベーストランシーバステーション(BTS)は、当業者によく知られているので、別個に示されない。図1により、以下のタスクおよび機能が、スケジューリング機能または動作がスタートする前に、無線資源割り当てユニット(RRA)により実行されなければならない。

【0035】1. RB確立リクエスト：このフェーズの間に、新しい無線ベアラRB確立が、コアネットワークCNからリクエストされる。このリクエストは、関連するフローのサービス品質(QoS)要求条件、即ち、要求されるビット誤り率(BER)、送信されるべきデータレートおよび遅延要求条件を含むかまたは特定しなければならない。確立された無線資源接続(RRC)が存在しない場合、無線ネットワークコントローラRNCとユーザ装置UEとの間での無線資源制御接続確立手順が、図1中のステップ1aに示されているように実行されなければならない。

【0036】2. アドミッション制御AC：アドミッション制御ACの目的は、この新しいリクエストが認められるかどうかを決定することである。アドミッション制御ACに対して、リクエストされたサービス品質(QoS)および現在のネットワーク負荷のようないくつかのパラメータが使用される。リクエストを認めない他の理由は、次のステップによりチェックされる無線資源が利用可能でないことでありうる。このリクエストが拒否される場合、より低いサービス品質QoSでのネゴシエーション手順があり得る。

【0037】3. ダイナミックチャネル割り当てDCA：ダイナミックチャネル割り当て手順DCAは、以下の伝送パラメータをデータフローに非排他的に割り当てる。トランスポートフォーマットセット(TFS)、無線リンク制御(RLC)情報(Info)、新しいチャネル化コード、初期送信電力などである。トランスポートフォーマットセットおよびチャネル化コードの割り当て方法については、この説明の“データレートの割り当て”のセクションも参照のこと。スケジューラに対する送信電力 $P_{max}(intra)$ および $P_{max}(inter)$ についての新しい限度が、DCAにより割り当てられうる。

【0038】4. 無線ベアラセットアップ：この機能

電力の更なる制限が存在する。この第3の制限は、次式で与えられうる。

は、無線ベアラのセットアップおよびRNCとUEとの間の同期化を実行する。また、ベーストランシーバステーションは、図1に示されていないが当業者に知られたDCAにより割り当てられたパラメータで初期化されることになる。

【0039】5. スタートダイナミックスケジューリング：うまくいった確立および初期化の後に、新しいデータフローが、スケジューリング機能に追加される。スケジューリング機能は、このフローに対しても今実行されることになる。無線ベアラをスケジューラに加えるためのメッセージフローを示す図1を参照する。

【0040】データレートの割り当て：各データフローに対するデータレートの割り当ては、スケジューラが達成しうるシステム効率に強いインパクトを有する。データレートは、スケジュールされたアップリンクチャネル中の異なるデータフローに対する物理的多重化(PHYMUX)が存在しないという仮定によるTFSおよびチャネル化コードに関連する。その結果として、これらのトランスポートチャネルにおけるトランスポートフォーマットコンビネーションセット(TFCS)は、1つのデータフローに対するトランスポートフォーマットセット(TFS)のみからなる。トランスポートフォーマットセットは、それぞれのデータフローのデータレート R_B に関連づけられている。トランスポートフォーマットセットは、そのデータレートをサポートするために使用される符号分割多元接続(CDMA)伝送システムの拡散係数SFに直接的に関連している。これにより、限界(limit)データレートの大まかな割り当てまたは推定に対して、以下のルールが適応される。

【0041】最大データレート $R_{B, max}$ に対して、トランスポートフォーマットセット(TFS)は、データレートが、最大データレートの2倍ないし4倍、即ち(2ないし4) R_{max} までを許容するように割り当てられなければならない。この要求条件に対して2つの理由が存在する。第1の理由は、これらの最大トランスポートフォーマットセットが、他のフローからのフロープロフィット(flow profit)をアイドルにしておくために要求されるよりも高い一時的データレートをフローに供する(serve)ために、MACスケジューラから必要とされることである。これは、エアリンク上にキャパシティが残っているとき、かつこのフローが、その特定レートのその送信待ち行列中において送るために利用可能であるデータを有する場合に適応される。

【0042】第2の理由は、トランスポートブロックレベルにおける時分割多重スタイル多重化を許容すること

である。MACスケジューラのアルゴリズムは、帯域幅効率に向かって開発されうる。したがって、パディング(padding)を最小化するための任意のサイズのトランスポートブロックを使用することが望ましい可能性がある。これは、利用可能なトランスポートフォーマットが、一時的に特定されたレートを超えることができないことを意味する。フロー間のフェアネス、帯域幅およびサービス品質(BW-QoS)保証が、別のスケジューラ、PDUスケジューラにより維持される。

【0043】最小データレートに対して、 R_{Bmin} より低いデータレートを可能にするように、 R_{Bmin} トランスポートフォーマットセットが割り当てられなければならない。より小さいトランスポートフォーマットセットの利用可能性は、MACスケジューラがパディングを最小化することを可能にする。これは、更なる遅れをもたらし、平均伝送レートを低下させるので、所定のQoSフローにのみ適用可能である。そのような割当ての最適化およびトランスポートフォーマットコンビネーション(TFC)使用が別々に説明される。

【0044】アップリンクチャネルが、好ましくは、時間同期化されている、即ち、全てのデータフローが、それらが同時点において受信されるようにその送信をスタートし、第1の送信スタートの前に、より高いレイヤによりUEにシグナルされることになるタイミングアドバンスが使用されうると言う仮定に従うために、データフレーム全体をデータで満たすことになるトランスポートフォーマットセットのみが許容される。チャネル化コードの拡散係数が、上述した過程に従って、 $SF=2k$ 、 $k=2, 3, \dots$ の順序であるので、物理的多重化が存在せず、これは、 $R_B = R'_B \cdot 2^n$ 、 $n=0, 1, \dots$ のデータレートを導き、ここで、 R'_B は、所定の拡散係数に対する基準データレートを表し、 R_{Bmin} になりうる。

【0045】トランスポートフォーマットセット(TFS)の割当て：トランスポートフォーマットセット(TFS)は、1つのデータフローに関連するトランスポートフォーマット(TF)のセットとして定義される。セミスタティック部(コーディング、送信インターバル、レートマッチング)は、ビット誤り率を本質的に決定する。これは、無線資源管理により定義される。以下の説明において、トランスポートブロックサイズおよびトランスポートブロックセットサイズからなるダイナミック部のみにフォーカスする。トランスポートフォーマットセットのダイナミック部は、無線リンク制御(RLC)におけるセグメント化の最適化のために使用されうる。このダイナミック部の選択に対して、データレートの粗さ(granularity)とトランスポートフォーマットセットの限界サイズ(limited size)との間のトレードオフが存在する。

【0046】一方において、各データフローは、広範に亘るパディングを防止するデータレートにおける高いグラニュラリティ(granularity)を有することを意図する。これは、大きなトランスポートフォーマットセットサイズを導く。他方において、トランスポートフォーマットセットは、データレートを变化させるための効率的な物理的即ちPHYシグナリングを可能にするために使用される。PHYシグナリング(例えば、TF CI (Transport Format Combination Indicator) エンコーディング)の限界のために、最大トランスポートフォーマットセットサイズが、非常に制限される。したがって、ダウンリンクに類似するデータフローの特性に関する以下のトランスポートフォーマットセット割当てルールが、本発明により提案されかつ使用される。

【0047】1. リアルタイム(RT)サービス：このサービスタイプは、オフアされたデータの即時のサービスが必要とする。したがって、より高いデータレートに向かう高いグラニュラリティが望ましい。したがって、リアルタイムサービスのために、より大きなトランスポートフォーマットセットが割り当てられなければならない。

【0048】2. ノンリアルタイム(NRT)ディレイセンシティブサービス：制限された自動反復リクエスト(ARQ)が、データフローの保護のために使用されうる。グラニュラリティは、いくつかのデータが、制限された時間について待ち行列に入れられ得るので、純粋なRTサービスに対するほど高くない。したがって、制限トランスポートフォーマットセットは、そのようなサービスに割り当てられうる。自動反復リクエストメカニズムの効率的な使用のために、トランスポートブロックサイズは、小さくなければならない。

【0049】3. NRT非制限(Unconstrained)遅延サービス：このタイプのサービスは、帯域幅最適化のための最もよい候補である。原理において、非制限の待ち行列化(queueing)が可能である。大きなグラニュラリティは必要でない。したがって、非常に制限されたトランスポートフォーマットセットが、このサービスタイプに対して割り当てられうる。グラニュラリティは、パディングのみを防止するためにのみ使用される。

【0050】遅延制限を越えて、更なるQoS要求条件およびフロー仕様を考慮に入れることが賢明である。このシステムは、トランスポート制御プロトコルアクノジメント(TCP-ACK)のような所定の好ましいPDUサイズに潜在的に適合することができる。バルクデータトランスファーは、最大のPDUサイズ等に向かう選択をガードすることができる。

【0051】ULチャネル化コード：アップリンク(UL)において、各UEは、好ましくは、固有のスクランブリングコードを得る。コードツリー全体が1つのUEにより使用されうるので、コードツリーの特別な管理

は、ダウンリンクに比べて必要ではない。しかし、いくつかのコードが例えばUL物理制御チャネルに対してリザーブされなければならないので、2つの代替物が、ULチャネル化コードを割り当てるために提案される。

【0052】所定のチャネル化コードが、例えば、固定ルールに従うことにより使用される場合、ULチャネル化コードの割当ておよびシグナリングは、必要でない。実際のコードシーケンスは、現在使用されているデータレートに依存する。しかし、割当ては、UEおよびUTRAN (UMTS無線アクセスネットワーク) のような両方のエンティティにより知らなければならない。

【0053】チャネル化コードがUTRANにより決定される場合、即ち、UTRANが、特定のUEに対し、異なるデータレートに基づく所定のコードブランチを割当てる場合、いくつかのUEの特定の能力が、考慮される。各UEがそれ自体のコードツリーを有する場合、割当てルールは、ダウンリンクに比べて簡単である。しかし、コードブランチは、UEにシグナルされなければならない。

【0054】アップリンクデータ送信の制御。例えば、UE間の送信トラフィック量および同期化の知識がないことのために、RNCがアップリンクトラフィックをスケジュールすることを可能にするために、UEとUTRANとの間に、何らかのシグナリングが与えられなければならない。

【0055】図2には、アップリンクダイナミックスケジューリング機能の動作におけるUTRANとUEとの間のシグナリングフローが示されている。この機能は、例えば、M.J. Karol等による"Distributed-queueing request update multiple access (DQRUMA) for wireless packet (ATM) networks" in Proc. ICC '95, pp. 1224-1231, Seattle, WA, に示されたDQRUMA (distributed queueing request update multiple access) に類似している。主に、詳細は、どのトランスポートチャネルがこのシグナリングに使用されるかに基づく。図2によれば、以下の信号およびメッセージが、好ましくは同定されなければならない。

【0056】1. PDUリクエスト: UEが送るべきPDUを有する場合、これは、それ自体の待ち行列中に記憶されることになる。UEは、他のトランスポートチャネルがアクティブでないとき、例えばランダムアクセスチャネル (RACH) を介して、またはUEにより使用される別の現在アクティブなトランスポートチャネルを介して送られる新しいPDUをリクエストする。このリクエストは、PDUのサイズを含みうる。このリクエストに基づいて、PDUスケジューラは、以下に、セクション "PDUスケジューラ" の下に説明されるPDUリストの順序を決定する。

【0057】2. TF割当て: MACスケジューラは、いつおよびどのように多くのトランスポートブロック

(TB's) が、スケジューリングインターバルにおいて送られ得るかを決定する。MACスケジューラは、トランスポートフォーマット (TF) 割当てメッセージの使用により、UEにそれについて知らせる。このメッセージは、関連する専用チャネル (DCH) またはダウンリンク共用チャネル (DSCH) でありうる何らかのダウンリンクチャネルを介して送られる。このメッセージは、ユーザデータの上にピギーバックされ (piggybacked) うる。

【0058】3. TFに適切な第1のTBの送信: UEは、割り当てられたTFを使用して、TB'sをUTRANに送る。したがって、UE、例えば移動体局MS中のPDUデータは、TB'sにセグメント化され、ARQが、適用可能な場合実行され、TB'sが所与のTFに対して生成される。UEのMACスケジューラ (UE_MAC) は、TB'sを、送信のためにUEのPHYレイヤ (UE_PHY) へ送り、待ち行列中のPDUの次の部分へのポインタが、UE中で更新される。

【0059】4. TF割当て: スケジューリングインターバルの後、MACスケジューラは、次のTB'sの送信について決定する。ARQが与えられた場合、新しいTF割当てメッセージは、以前に送られたTB'sに対するアクトレジャメント、またはエラーの場合、誤りのあるTB'sのシーケンス番号を含む。スケジューラが、特定のUEからのTB'sが次のスケジューリングインターバルにおいて送られるべきでないと決定するとき、TF割当ては送られない。

【0060】5. TFに適切な次のTB'sの送信: UEは、TB'sを、ステップ3に説明されたようにUTRANへ送る。誤ってアクトレジャされたTB'sは、挿入されることになる。ネットワークがTF Sを割当てなかった場合、UEは、データを送らない。

【0061】6. PDUリクエスト: 現在のMACスケジューリングフローにおいて新しいPDUリクエストが存在する可能性がある。これは、ステップ3に示されたように、進行中の送信において独立に取り扱われなければならない。代替的に、新しいPDUリクエストは、ULトラフィックにピギーバックされうる。

【0062】7. TFに適切な最後のTB'sの送信: 割当ておよび送信のシグナリングシーケンスは、最後のTB'sがトランスポートされるまで継続されることになる。UEは、例えば、データのエンドにタグを取り付けることにより、PDUのエンドを示す。UTRANが、図2に明示的には示されていない最後のアクトレジャメントを送った後、PDUは、UE待ち行列およびPDUリストから削除されうる。

【0063】引き続き、本発明によるスケジューリング法が説明される。本発明は、ある程度の予測可能なビヘービアを得るために共にリンクされる2つのスケジューラの使用を考える一方で、帯域幅維持セグメント化お

よびスケジューリングを許容する。欧州特許出願00310344.7を参照のこと。これらの2つのスケジューラは、PDUスケジューラおよびMACスケジューラと呼ばれ、両方とも、好ましくは、RNCの中央に配置される。そして、第3のスケジューラ、即ちUE_MACが、中央MACスケジューラの決定を実行するために、各ユーザ装置UE中に含まれる。

【0064】PDUスケジューラは、レイヤ3、プロトコルデータユニット(PDU)からの入力データにおいて動作する。これは、各フローのQoS要求条件を受け取り、PDUスケジューラに通知されたそれぞれのUEにおけるスケジュール可能なPDUの利用可能性に基づいてPDUがサービスを受ける順序を決定する。MACスケジューラは、タイミングおよび電力制限を考慮に入れる一方で、このリストからPDUをサービスし、リスト中の順序を反映することを試みる。

【0065】図3において、2つのシリアルスケジューラの基本的アーキテクチャが示される。MACスケジューラは、例えば10msベースにおける全てのフレームにおいてアクティブである。PDUスケジューラは、全てのアクティブフローにおいて、即ち空でないPDUフロー待ち行列で動作される。シリアルに分離されたスケジューラの望ましくないビヘービアを防止するために、両方のスケジューラが、MACスケジューラが、PDUスケジューラの状態によりドライブされる手段により、共にリンクされる。

【0066】アップリンクにおけるRNCスケジューリングシステムの論理図を示す図3によれば、仮想PDUフローが存在する。移動体局MSのようなUEが、送信されるべき新しいPDUを信号するとき、PDUスケジューラはMACスケジューラによりサービスされ、即ち、MACスケジューラは、スケジューリング決定を、PDUスケジューラの結果に基づかせる。そして、MAC決定は、UE_MACスケジューラ動作をドライブするために、UEに信号される。この動作は、図4に示されているように、UE中のPDUがセグメント化され、ARQが実行され、TFがTBで満たされ、最終的にPHYレイヤにより送信されるユーザデータの実際の処理を含む。

【0067】PDUスケジューラの基本：ダウンリンク

$$PDU_{len}/R_{Bmin} \leq T_{schedule} \quad (7)$$

のときである。

【0071】そのフローからのいくつかのPDUを1つのコンテナ中に一緒にグループ化し、そしてスケジューリングエレメントになるようにすることにより、この問題は解決され得る。スケジューリングエレメントは、

(通常は)1つのPDUまたはいくつかのPDUからなりうる1つのコンテナとして定義されうる。この明細書を通して、1つのスケジューリングエレメントは、PDUとして定義され、PDUのスケジューラの用語が、簡

に対して、PDUスケジューラの基本機能は、欧州特許出願00310343.9により示されているように直接的に具現化されうる。しかし、アップリンクにおいて、実際のデータ、即ちPDUは、PDUスケジューラの場所に物理的に存在せず、所与のサイズのPDUがスケジュールされなければならないという事実のみが、PDUスケジューラに知られている。

【0068】これにより、現実のPDUフローの代わりに、仮想PDUフローが、PDUスケジューラにおいて処理され、これらの仮想PDUフローは、PDUスケジューラの側から見た望ましい送信の順序を反映し、MACスケジューリング決定の基礎を提供するPDUリストと呼ばれる1つの共通リストに、それらのQoS要求条件に関してスケジュールされる。このリストは、MAC制限のために、この待ち行列をファーストインファーストアウト(FIFO)で供することが確実にすることができないので、待ち行列と呼ばれない。しかし、PDUスケジューラは、各フローに対する必要とされるQoSパラメータ、例えばデータレートに関して、データを供することを試みる。

【0069】この目的のために、いずれかのレート維持スケジューリングポリシーが、適用される。例えば、Hu i Zhang による"Service Disciplines for Guaranteed Performance Service in Packet-Switching Networks", Proceedings of the IEEE, Vol. 83, No. 10, October 1995 を参照のこと。例えば、WF²Q (Weighted Fair Queuing) またはVCQ (Virtual Clock Queuing) である。このスケジューラのスケジューリングエレメントは、以下のルールに基づいて取られる。典型的には、PDUは、1ユニットとしてスケジュールされるために十分大きい。この場合において、1つのスケジューリングエレメントは、1つのPDUに等しい。

【0070】MACレイヤにおいていくつかのPDUを同時に供することが可能である場合、1つのフローからのMACスケジューリングに対していくつかのPDUを利用可能とすることが望ましくなる可能性がある。これは、必要とされる最小データレート $T_{schedule}$ でPDUがサービスされるには小さすぎるようになる場合、主に当てはまることになる。典型的に、 $T_{schedule} = 10ms$ であり、即ち、

$$PDU_{len}/R_{Bmin} \leq T_{schedule} \quad (7)$$

単のために使用される。

【0072】J. Cobb 等による"Flow timestamps" of the Annual Joint Conference of Information Sciences, 1995により示されているように、これは、考慮されるスケジューリング法が、PDUタイムスタンプの代わりにフロータイムスタンプと共に働くことと等価である。そのようにするとき、本発明のPDUスケジューラは、1つのフローからのPDUが、完全にサービスされ、したがって、PDUリストから除去されるとき、ま

たは以前に非アクティブであったフローが、その空のPDUフロー待ち行列へのPDUの到着により再度アクティブ化されるとき、アクティブになる。これは、PDUリスト中のエレメントの数を、アクティブフローの数に制限するので、有利である。

【0073】また、これは、UEが、PDUリクエストによりパケットのシーケンスのうち第1のPDUのみを通知し、後続のPDUおよび各PDUの最後のMAC送信にビギンバックされるそれらのサイズを通知することを正当化する。1つのみのPDUリクエストで、PDUフレームのバーストが送信され得る。したがって、全てのPDUまたは次の／現在のPDUのみが仮想PDUフロー中にある場合、PDUスケジューラにとって差がない。

【0074】アップリンクPDUスケジューラの形成：上述したように、アップリンクにおいて、到来データフローにするFIFO待ち行列は、各UEに別個に配置されるが、スケジューリング機能は、好ましくはネットワーク中のRNC中に配置されるという問題がある。これにより、好ましくは、以下のように図4について形成される仮想PDUリストの使用が提案される。1. PDUが生成される場合、UEは、「PDUリクエストメッセージ」をRNCに送る(図2と比較)。2. そして、RNCは、仮想リスト中の全てのPDUの順序を決定または再決定する。このリストは、MACスケジューラに関連するセクションにおいて後に説明されるようにMACスケジューラにより使用される。

【0075】各レポートされたPDUの場所は、関連するデータフローに対し要求されたデータレートおよびPDU長に従って決定される。長さを容易に得るために非常に好ましい工夫によれば、PDU長は、例えばビギンバックにより、明示的にシグナルされる。代替法として、PDU長は、好ましくは以下のやり方に従って、正確な長さの知識なしに、RNCにおいて推定される。第1のPDUにおける長さは、所定の推定値から取られる。例えば、リクエストされたサービスに対する通常のIPパケットの長さが取られる。

【0076】後に続くPDUの長さは、UEからPDUタグのエンドを受信するとき、RNCにおいて既に知られた以前のPDUの長さから推定される。好ましい方法によれば、直前のPDUの長さが取られる。勿論、より多くのPDUのある種の平均も、現在のPDU長の推定値を決定するために使用される。「アップリンクデータ送信の制御」のセクションにおいて説明したように、PDUは、そのPDUの最後のTBに対するアノレジメンが送られるまで、リストから削除されない。

【0077】MACスケジューラの主機能：MACスケジューラは、PDUスケジューラからのPDUを供する。PDUスケジューラのリスト中の順序は、PDUス

ケジューラがPDUがサービスされることを望む優先順位をシグナルする。ダウンリンクのためのMACスケジューラと同様に、アップリンクのためのMACスケジューラは、少なくとも4つの制限に従う一方で、これを達成するよう試みる。

【0078】— フローのTFC割当ておよびコードツリー(CBA)中のノードの利用可能性による帯域幅制限。

— 遅延制限は、いくつかのタイミングインターバルにおいて拡散されたとれぐらい多くの後続のTBS送信が、サービスされるPDUのタイミング要求条件に従うことに耐えられるかの決定をドライブする。

— ARQ制限、ARQサービスを受けるTB'sの送信が、ARQウィンドウサイズに到達するまでのみ可能であり、更なる送信は、受信機からのアノレジメンARQ段が受信した後にのみ可能であること。

— 電力制限は、1つの独立の移動体への送信のための電力およびセル中の全体電力の両方を制限する。これらの問題におけるRRMレグレーションを防止するために、スケジューラは、それ自体これを考慮に入れなければならない。

【0079】この提案は、主に、これがPDUスケジューラにより既に適用されているので、フローのQoS要求条件を最早明示的に心配する必要なしに、いくつかのMACスケジューリングアルゴリズムがこれらの制限に従うことを可能にするフレームワークからなる。以下において、これらの制限に簡単なやり方で従うアルゴリズムが使用される。後に、いくつかの改良が示される。

【0080】図5によれば、MACスケジューリングのための基本メカニズムは、本質的に以下の通りである。

- 1.) 待ち行列ポインタ(queueing pointer)をPDUリストの前にセットする、即ち、ポインタ=0にセットする。現在の電力 $P_{current}(intra)=0$ および $P_{current}(inter)=0$ にリセットする。
- 2.) PDUリストから次のPDUを取り、これは以下により制限されるので、スケジューリングのためのTBの手段において、それと同じだけ考慮する。

【0081】

— $PDU_size/segment\ size \rightarrow result\ max\ \#1\ of\ TB's,$

— $ARQ-constraint \rightarrow result\ max\ \#2\ of\ TB's,$

— $TFC-constraint \rightarrow result\ max\ \#3\ of\ TB's,$

— 最大UE送信電力 $P_{max}(UE): R_{bimax} = P_{max}(UE) / (K \cdot C_i)$ (式6を参照)。ここで、 K および C_i は、式2または式3により現在与えられる $\rightarrow result\ max\ \#4\ of\ TB's,$

— イントラセルインターフェアレンスリミット $P_{limit}(inter)$: 仮想利用可能データレートを計算

$R_{bi1}(available) = (P_{limit}(intra) - P_{current}(intra)) / K$ (式4を参照) $\rightarrow result$

max #5 of TB's,

— インターセルインターフェアレンス制限P

$limit(inter)$: 仮想利用可能データレートを計算
 $R_{bi2}(available) = (P_{limit}(inter) - P_{current}(inter)) / (KC_i)$ (式5参照) → result max #6 of TB's.

【0082】3.) フォーマル: Result #TB_{max} = min(max #1 of TB's...max #6 of TB's). TBSクリエーションについてのキャパシティ最適化決定を実行する。ステップ2における制限から可能なものより小さいTB'sでより小さいTB'sをスケジューリングすることが望ましい。最適化が望まれない場合、ステップ2からTB'sのmax#を選ぶ→新しい変数#Tb

schedule.

4.) #TB_{schedule}に関連するTFを生成する。生成された#TB_{schedule}に関して使用されるR_{Bi}をセット。

【0083】5.) ステップ8においてUEへのシグナリングのための関連するTFを記憶する。

6.) $P_{new}(intra) = P_{current}(intra) + K \cdot R_{Bi}(used)$ により、全イントラセル電力を演算する。 $P_{new}(inter) = P_{current}(inter) + K \cdot C_i \cdot R_{Bi}(used)$ により全インターセル電力を演算する。これらの値を、電力制限 $P_{limit}(intra)$ および

$$P_{limit}(intra, inter) = \min \{ P_{max}(intra, inter), P_{current}(intra, inter) + \Delta P_{inc}(intra, inter) \} \quad (8)$$

ここで、 $\Delta P_{inc}(intra)$ および $\Delta P_{inc}(inter)$ は、それぞれイントラおよびインター電力の所定の増加量である。

【0086】式8中の第1の項は、RRMにより割り当てられた $P_{max}(intra)$ および $P_{max}(inter)$ よりも大きい資源をスケジューラが使用することを防止する。第2の項は、現在の電力 $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ の増加が、 $\Delta P_{inc}(intra)$ および $P_{inc}(inter)$ の所定の制限より小さいことを保証する。イントラセル制限は、スケジューラにより取り扱われない他のTrCHにおける全てのユーザ(例えば、DCHにおけるユーザ)に対するUL電力制御が、送信電力の増大に従うことができるようにするために有用である。インターセル制限は、ユーザを隣接するセルから保護する。

【0087】現在の電力 $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ を得るために、2つの以下の可能性が好まれる。

— $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ の値は、MACスケジューラ手

$$P_{overall} = \text{function}(P_{max}(intra, inter)) \approx \min \{ P_{max}(intra), P_{max}(inter) / C' \} / K \quad ($$

び $P_{limit}(inter)$ に対して比較する。

【0084】7.) 全電力チェックがokである場合、即ち、 $P_{limit}(intra) - P_{new}(intra) \geq P_{min}(intra)$ かつ $P_{limit}(inter) - P_{new}(inter) \geq P_{min}(inter)$ ($P_{min}(intra, inter)$: イントラセルおよびインターセルに関するTB'sの所定#に対する最小電力)かつPDUリスト中にさらにPDUがある場合、PDUリスト中の次のPDUに対して P_{cell} を1だけ増大させ、 $P_{current}(intra) = P_{new}(intra)$ および $P_{current}(inter) = P_{new}(inter)$ をセットし、ステップ2へ進む。

8.) 「アップリンクデータ送信の制御」のセクションにおいて説明された「TF S割当て」メッセージを使用することにより、記憶されたTFをUEにシグナルする。このメッセージは、記憶されたTFを有する全てのUEに同時に送られる。

【0085】電力制限 $P_{limit}(intra, inter)$ の取り扱い: このセクションは、セルに対するインターフェアレンスリミット $P_{limit}(intra, inter)$ がどのようにMACスケジューリングに対して割当てられるかを説明する。スケジューラに対するリミット $P_{limit}(intra, inter)$ は、好ましくは、以下のルールに従って選ばなければならない。

順の結果として直接的に取られる、または

— 時々、UEは、その現在の送信電力の測定レポートをUTRANに送ることができる。これらの値から、 $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ も、推定される。

【0088】式8による基本制限定義は、以下のように強化されうる。割り当てられる無線資源の効率の目的のために、MACスケジューラは、グッドプット(goodput)、即ち、再送信なしのスケジューラのスループット R_{actual} を監視しなければならない。これは、単に、次式により定義されうる。

【数6】

$$R_{actual} = \sum_{i \in actual} R_{ai} \quad (9)$$

【0089】仮想帯域幅は、MACスケジューラにより割り当てられうる全体的利用可能データレート $R_{overall}$ により定義される。この仮想帯域幅は、スケジューラに対して割り当てられた電力 $P_{max}(intra)$ および $P_{max}(inter)$ に基づく。

【0090】 C' の値は、全てのデータフローからの定数 C_i からのある種の推定値を表す。グッドプット R_{actual} は、仮想帯域幅 $R_{overall}$ と比較される。比較結果により、以下のアクションがとられる。

— $R_{actual} < R_{overall}$ である場合、スケジューリング問題が存在する。スケジューラは、必要とされるものよりも少ないデータを処理することができる。この場合において、RRMは、アクションをとることが通知されなければならない。これは、利用可能な場合、より大きな資源 $P_{max}(intra)$ および $P_{max}(inter)$ をスケジューラに割り当てることを含む。もしそうでない場合、フローへのダイナミックな資源再割当てが実行されなければならない。これは、例えば、以前にQoS BW保証(guarantee)でサービスされた所定のフローをドロップまたはストップすることを意味する。最終的に、このフィードバックは、将来のアドミシヨ

$$P_{limit}(intra, inter) = P_{current}(intra, inter) - \Delta P_{dec}(intra, inter) \quad (11)$$

ここで、 $\Delta P_{dec}(intra)$ および $\Delta P_{dec}(inter)$ は、それぞれ、イントラおよびインター電力の所定の減少量である。

— $R_{actual}(t) > R_{actual}(t-1)$ である場合、式8をそのまま使用する。

【0093】これは、トラフィック成形(traffic shaping)の意味において、全トラフィックの等価(equalization)を可能にする。割り当てられた資源をスケジューリングプロセスに対して利用可能に保つために、RRMは、この自己制限について通知されない。それに関わらず、隣接するセルに有用な顕著なより低い電力消費の変化およびこのセルにおけるDCH電力制御変動があることになる。

【0094】図6は、 $P_{current}(intra, inter)$ 平面における $P_{limit}(intra, inter)$ の取り扱いの一例を示す。上述したように、制限 $P_{limit}(intra, inter)$ は、ダイナミックに変化しうる。各ディメンジョンに対して、以下の3つの可能性が存在する。

— $P_{current}(intra, inter) > P_{limit}(intra, inter)$ の増大がある場合、 $P_{limit}(intra, inter)$ は、 $\Delta P_{inc}(intra, inter)$ だけ増大される。上限は、RRMにより割り当てられる $P_{max}(intra, inter)$ により与えられる。これは、式8の表現である。

— 干渉妨害が $P_{current}(intra, inter) \leq P_{limit}(intra, inter)$ に減少する場合、 $P_{limit}(intra, inter)$ は、 $\Delta P_{dec}(intra, inter)$ だけ減少されうる。これは、式11の表現である。

$$N_{schedule} = PDU_{len} / (R_{Bmin} \cdot T_{schedule}) \quad (12)$$

【0098】他の制限(例えば、ARQ..., 自動反復リクエスト(ARQ)が適用される場合、再送信の数

ン制御決定に対するキャパシティ推定値を変更するために使用されうる。

【0091】— $R_{actual} \approx R_{overall}$ の場合、スケジューラは、効率的かつ制限内で働く。この場合において、式8は、スケジューリングポリシーとして使用されることになる。

— $R_{actual} \gg R_{overall}$ である場合、スケジューラは、リラックスしたやり方(relaxed manner)で働く。これは、実際に必要とされるよりも遙かに多いデータをスケジューリングすることができることを意味する。この場合において、スケジューラは、以下のやり方において、グッドプット R_{actual} の履歴に依存して、自己制限ビヘービアを有しうる。

【0092】— $R_{actual}(t) \leq R_{actual}(t-1)$ の場合、式8の以下の修正を使用する。

— $P_{current}(intra, inter) \approx P_{limit}(intra, inter)$ である場合、 $P_{limit}(intra, inter)$ は変化しない。

【0095】これらの変化は、両方のディメンジョンにおいてなされ、好ましくは別個になされる。これにより、図6中に影付きエリアでマークされた $P_{limit}(intra, inter)$ の周りの可能な変化のエリアがある。これらのパラメータの全てが独立に調節されうるので、スケジューラは、大きな柔軟性をオファする。

【0096】MACスケジューリング決定の改良
好ましい工夫によれば、欧州特許出願00310343.9により説明されたダウンリンクと同様の改良がなされうる。特にNRTサービスに対して、PDU全体を、1つのMACスケジューリングインターバルにおいてスケジューリングされるべき1つのTBS中にバックすることを常に試みることは必要でない。いくつかのスケジューリングインターバルにおいて送信を時間的に拡散させることが望ましいかも知れない。本発明は、「MACスケジューラの主要機能」のセクションに対する以下の強化を提案しかつ使用する。

【0097】各PDUに対するNRTサービスのために、初期PDU送信に許容されるMACスケジューリングインターバル $T_{schedule}$ の最大数 $N_{schedule}$ が決定される。初期という用語は、この値が、可能性のある再送信を含まないことを意味する。 $N_{schedule}$ の値は、次式で決定される。

は、通常のトラフィックよりも遙かに小さいと仮定され、という上述した仮定を参照のこと)に従わないシステ

ムが假定される。各PDUに対してこの値が与えられると、MACスケジューラは、1度により少ないTBをスケジューリングすることができる。これは、いくつかの理由により同期づけられうる。最初に、効率が、パディングを減少させることにより改善されうる。

【0099】これは、より小さいTBを使用する次のインターバルにおける送信を許容し、より少ないパディングを必要とするいくつかのサイズのTF'sが定義される場合可能である。生成される干渉妨害の変化は、データ送信が、オンオフソースビヘービアの代わりにいくつかのスケジューリングインターバルにおいて拡散されるとき、低くされる。この現象は、今、インターおよびイントラセルインパクトに対して調査される。

【0100】ダウンリンクと対称的に、アップリンクにおいて、スケジューリング決定は、イントラセルおよびインターセルインターフェアレランスに対する制限から生じる二次元最適化問題に基づく。図7は、 $P_{current}(intra, inter)$ 平面を使用する問題を示す。電力制御/インターフェアレランスの観点から、理想的には電力変化が全くない。即ち、同じターゲットポイントは、全てのスケジューリングサイクルにおいて到達されるべきである。実際のアプリケーションに対して、これは、このポイントが、定義されたように移動しなければならないことを意味する。

【0101】例えば、2つのインターバルおよび2つのUEを見て、等しいサイズの packets が比較される。それらがシリアルに転送されると、即ち、全体の packets がまず、BTSに近いUEから送られて、BTSから遠いUEから packets 全体が送られる。これは、 $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ が、最初は低く、その後より高くなることを意味する。これは、遠いUEデータの送信により多くの電力が必要とされるからである。

【0102】ここで説明される代替的なスケジューリング規律において、データは、半分の packets に分割され、両方のUEまたはMSが、それらのデータのそれらの区分を両方のインターバルにおいて送信する。これは、 $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ が、両方のインターバルの中間値を有し、即ち、図7によりグラフ中のポイントが同じままであることを意味する。直感的に、これは、PCアルゴリズムにとって有益である。基本アイデアは、 $P_{current}(intra)$ および $P_{current}(inter)$ の和が、最後のスケジューリングインターバルからの値に近づくように、TF'sを選択することである。

【0103】より現実的な例に対して、「MACスケジューラの主要機能」のセクションに説明されたMACスケジューリング法の結果としての $P_{current}(intra, inter)$ のベクトルに対するいくつかのトレースが、図7に示されている。トレースの各セグメントは、1つ

のUEに対して所定数のTB'sがスケジューリングされた後の $P_{current}(intra, inter)$ の増加量を表す。インターフェアレランスの観点から、 $P_{limit}(intra)$ および $P_{limit}(inter)$ に対する線の交点が最適であろう。

【0104】図7から、トレース#1は、明らかに、最適な解を提供しない。これは、 $P_{limit}(inter)$ のリミットに到達する一方で、 $P_{current}(intra)$ が、その $P_{limit}(intra)$ から離れているからである。しかし、トレース#2は、インターフェアレランスに関する最適値に到達する。したがって、スケジューラをインターフェアレランスに対して最適化することは、最適点に到達する平面中のトレースを見つけることと等価である。当業者は、この最適化のためのいくつかの方法を見つけることができるので、個々の方法は、詳細に説明しない。

【0105】しかし、上述したインターフェアレランスのみに対するスケジューリングは、QoSに対する最適化と矛盾する可能性がある。この問題を克服するために、パラメータ $\beta = (0, \dots, 1)$ が以下のように導入されなければならない。

- $\beta = 0$ インターフェアレランスのみに対する最適化；例えば、図7中のトレース#2。
- $\beta = 1$ QoSのみに対する最適化；例えば、図7中のトレース#1。
- 0と1との間の β 、インターフェアレランスとQoSとの間のトレードオフを有する両方についての最適化、トレースは、図7中のトレース#1およびトレース#2との間のどこかとなる。

【0106】そのようなパラメータの使用は、個別のフローのQoS要求条件に関して、好ましい量のインターフェアレランス最適化についての自由な選択をオフにする。しかし、「電力リミット $P_{limit}(intra, inter)$ の取り扱い」のセクションにおけるリミテーションルールの使用により、リミット $P_{limit}(intra, inter)$ はダイナミックであり、即ち、それらの交点は、トレースの演算されたエンドポイントに向かってシフトする（図6を参照）ことを述べなければならない。しかし、インターフェアレランスに関して最適でない場合において、リミットは、割り当てられた最大値から遠い可能性がある、即ち、 $P_{limit}(intra, inter) \ll P_{max}(intra, inter)$ 。

【0107】この原理は、図8においてより詳細に示されている。そこから分かるように、リミットの現在のセッティングは、ポイント $P_{limit}(intra, inter)$ により与えられる。上述に基づいて、「電力リミット $P_{limit}(intra, inter)$ の取り扱い」のセクションにおいて説明された次のピリオド中のそのリミットの許容される変化は、新しいリミットが動くことができる所定のエリアを与える。このエリアは、図8において長方形

として示されている。インターフェアレンスのみに対する最適化($\beta=0$)は、トレースのエンドをこの長方形エリア中にセットすることを意味する。ポイント P_{target} (intra,inter)は、最適化の最終的ターゲットである。このエリア中の全ての他のポイントは、インターフェアレンスに対する最適化問題の十分な解であり、セルキャパシティ使用の最適化問題に対する事前のものである。

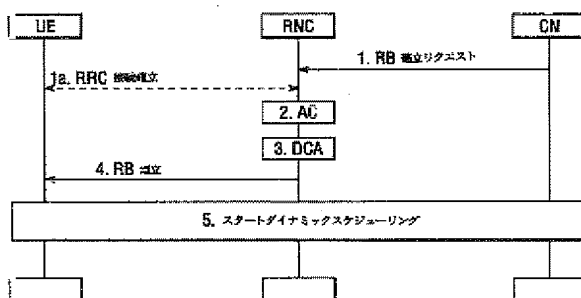
【0108】他方において、 QoS のみに対する最適化($\beta=1$)は、長方形エリアから離れたトレースを導くことになる。したがって、組み合わされた最適化の目標は、長方形にできる限り近いトレースとなる最適な β を見つける一方で、必要とされるデータフローの QoS 制限を最適化することである。

【0109】結論

本発明は、上述した特定の実施形態に限定されない。当業者は、レート維持ストラテジに基づいて、スケジューラが必要とされるデータレートを保証することを認識するであろう。遅延は、スケジューリング原理により明示的にアドレスされていないとしても、それぞれのデータフローの各々は、その必要とされるサービス品質に従い、アドミッション制御は与えられると、スケジューラは、スケジューリングシステム中の混雑による更なる遅延がないようにすることを保証する。

【0110】好ましくは、ビット誤り率(BER)要求条件は、フォワード誤り訂正(FEC)および自動反復リクエスト(ARQ)機能により適切に、さらに保証される。改良されたスケジューラの最も好ましいアプリケーションは、アップリンクにおけるデータフローの取り扱いであり、アップリンクスケジューリングは、上記の説明において詳細に説明された。これは、アップリンク共用チャネル(USCH)を制御するため、および/またはいくつかの専用トランスポートチャネル上でのDCHへの送信を調節するために適用されうる。しかし、本発明の QoS スケジューリング方法は、アップリンクに限定されることなく、ダウンリンクチャネルにも適用可能である。

【図1】



【0111】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、特にアップリンクチャネルにおけるパケット送信スケジューリングの改良された方法、および改良されたパケット送信スケジューリングシステム、およびUMTSシステムに対して使用されるように特に適合された改良された方法およびシステムを提供することができる。

【0112】特許請求の範囲の発明の要件の後に括弧で記載した番号がある場合は、本発明の一実施例の対応関係を示すものであって、本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】無線ベアラをスケジューラに加えるためのコアネットワークとユーザ装置との間のメッセージフローを示す図。

【図2】アップリンクダイナミックスケジューリングにおけるシグナリングフローを示す図。

【図3】仮想プロトコルデータユニットフローと共に無線ネットワークコントローラ中のサービス品質(QoS)スケジューリング方法の原理を示す図。

【図4】無線ネットワークコントローラ-媒体アクセス制御-スケジューリングにおけるデータフローを示す図。

【図5】改良された媒体アクセス制御スケジューリングメカニズムを示す図。

【図6】好ましい実施形態に基づく改良された媒体アクセス制御スケジューラでどのように電力リミットを取り扱うかを示す図。

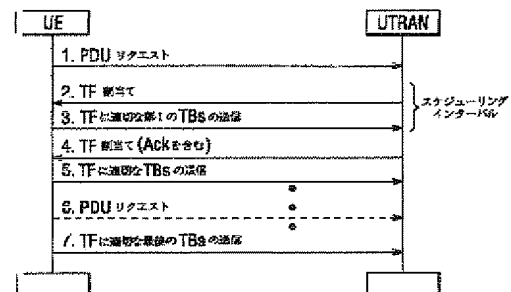
【図7】1つの媒体アクセス制御スケジューリングインターバルにおける送信電力のトレース調節を示す図。

【図8】トレースを最適化された送信電力に向かって調節することを示す図。

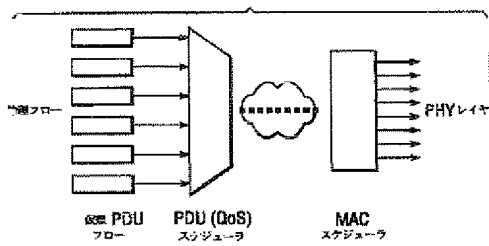
【符号の説明】

- 1a RRC接続確立
- 1. RB確立リクエスト
- 4. RB確立
- 5. スタートダイナミックスケジューリング

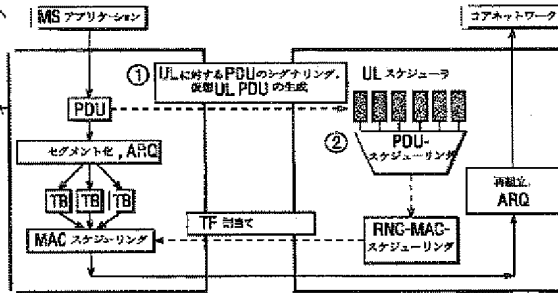
【図2】



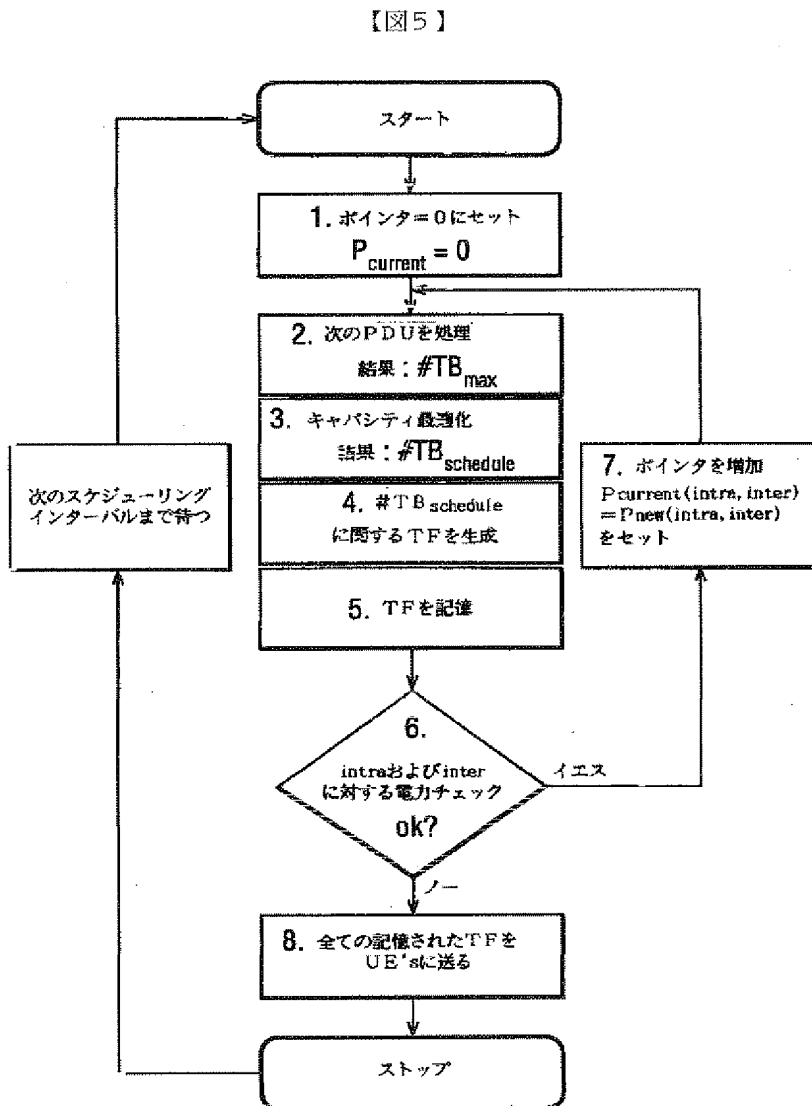
【図3】



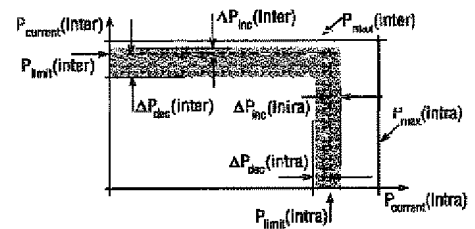
【図4】



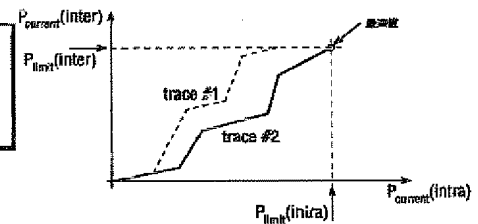
【図5】



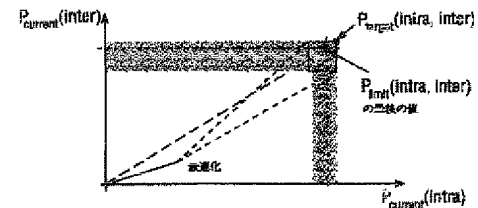
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Je
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 ステファン グルール

ドイツ連邦共和国、ディー-90443、ニュ
ルンベルク、シュロスアッカー ストリー
ト 24エー

(72)発明者 ジャンス ミュウエッケンハイム

ドイツ連邦共和国、ニュルンベルク、フラ
トスラッセ 57

Fターム(参考) 5K030 HA08 HC09 JL01 LA18 LC01
LC09

5K067 AA14 AA23 BB02 BB21 CC10

DD11 EE02 EE10 EE16 EE72

FF05 GG11 JJ11 JJ33